

2003 P 02170



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 33 526 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 F 1/696**  
F 02 D 41/18

⑳ Aktenzeichen: 101 33 526.1  
㉔ Anmeldetag: 11. 7. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 30. 1. 2003

DE 101 33 526 A 1

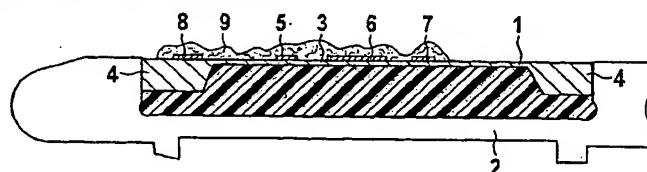
㉗ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉘ Erfinder:  
Lenzing, Thomas, 71726 Benningen, DE;  
Konzelmann, Uwe, Dr., 71679 Asperg, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zur Kompensation der Messabweichung eines Luftmassensensors

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation der Messabweichung eines Luftmassensensors aufgrund von Verschmutzung oder Alterung, der in einem Strömungskanal angeordnet ist. Zur Kompensation des Messfehlers wird vorgeschlagen, den Sensor mit einem Luftstoß zu beaufschlagen und die Ansprechzeit des Sensors auszuwerten. Der durch den Schmutzauftrag oder Alterung verursachte Sensorfehler wird schließlich in Abhängigkeit von der Ansprechzeit korrigiert.



DE 101 33 526 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation der Messabweichung eines Luftmassensensors gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Luftmassensensoren dienen zur Ermittlung des Luftmassenstromes in Strömungskanälen und werden beispielsweise in der Fahrzeugtechnik eingesetzt, um die Zudosierung von Verbrennungsluft regeln und ein optimales Luft/Kraftstoffverhältnis einstellen zu können.

[0003] Luftmassensensoren umfassen beispielsweise einen Messwiderstand, der von einem Heizwiderstand aufgeheizt und auf einer bestimmten Temperatur bzw. auf einem bestimmten Widerstandswert gehalten wird. Der Messwiderstand hat im Betriebszustand eine weit oberhalb der Mediumtemperatur liegende Übertemperatur. Ändert sich nun der den Strömungskanal durchfließende Massenstrom, so ändert sich auf Grund der veränderten konvektiven Wärmeübertragung die Temperatur des Messwiderstandes, wodurch eine Widerstands-Messbrücke verstimmt wird. Infolge dessen ändert sich die Heizleistung des Heizwiderstandes. Die Heizleistung des Heizwiderstandes bzw. die am Heizwiderstand anliegende Spannung sind ein Maß für die Durchflußmasse des strömenden Mediums.

[0004] Bei Verbrennungsmotoren und insbesondere bei größeren Dieselmotoren, kann es je nach Gestaltung des Luftansaugtraktes des Motors zu einem Eintrag von Spritzwasser (gegebenenfalls mit gelösten Salzbestandteilen), Öl und Staub kommen, die den im Ansaugtrakt des Motors befindlichen Luftmassenmesser verunreinigen können. Der sich auf dem Sensor einstellende Schmutzauftrag verursacht im Laufe der Lebensdauer des Motors eine nicht unbeachtliche Kennliniendrift des Luftmassenmessers, da die konvektive Wärmeübertragung durch die Schmutzschicht beeinträchtigt ist. Folglich kommt es zu Fehlmessungen, die bei Überschreiten einer maximal zulässigen Toleranzgrenze zu einem nicht idealen Betrieb des Motors führen. Verschmutzte Luftmassenmesser mußten bislang bei Erreichen dieser Toleranzgrenze ersetzt werden.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Luftmassenmesser bzw. ein Verfahren zum Betrieb eines Luftmassenmessers zu schaffen, mit dem ein Kennlinienfehler des Messers kompensiert werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0007] Der grundlegende erfinderische Gedanke besteht darin, den Luftmassensensor mit einem definierten Luftstoß zu beaufschlagen und die Ansprechzeit (Impulsantwort) auszuwerten. Da die Ansprechzeit von der thermischen Speicherfähigkeit und somit auch vom Verschmutzungsgrad des Sensors abhängig ist, kann der Fehler des Luftmassenmesser Ausgangssignals kompensiert werden.

[0008] Zur Kompensation der Messabweichung werden vorzugsweise sowohl die Verschiebung der Sensorkennlinie als auch die Veränderung des Kennliniengradienten berücksichtigt.

[0009] Im Messsystem werden vorzugsweise Berechnungen zur Kompensation der Messabweichung durchgeführt, wobei z. B. vorgegebenen Massendurchflußwerten neue Messwerte (Messspannungen) zugeordnet werden, oder es wird eine entsprechende, bereits im System hinterlegte Kennlinie ausgewählt.

[0010] Zur Durchführung der Kompensation, d. h. zur Anpassung der Sensorkennlinie an verschiedene Verschmutzungs- oder Alterungsgrade ist es erforderlich, die Korrelation zwischen der Ansprechzeit von Luftmassenmessern

und dem Verschmutzungs- bzw. Alterungsgrad zu kennen. Diese Korrelation ergibt sich z. B. aus Messungen der Ansprechzeiten bei verschieden stark verschmutzten bzw. gealterten Sensorelementen.

[0011] Die Abweichung der Sensorkennlinie eines verschmutzten oder gealterten Sensors von derjenigen eines neuen Sensors kann z. B. anhand von Labormessungen ermittelt und das Ergebnis zur Korrektur des Sensorfehlers verwendet werden.

[0012] Als Ansprechzeit wird insbesondere diejenige Zeit bezeichnet, die ein Temperaturfühler des Luftmassensensors benötigt, um nach dem Beaufschlagen mit einem Luftstoß eine bestimmte Temperatur zu erreichen.

[0013] Wahlweise kann die Ansprechzeit auch diejenige Zeit sein, die das Ausgangssignal des Luftmassensensors benötigt, um nach dem Beaufschlagen mit einem Luftstoß einen bestimmten prozentualen Anteil des vollen Messsignals zu erreichen. Andere Definitionen der Ansprechzeit sind ebenfalls denkbar.

[0014] Neben der Auswertung der Sprungantwort des Sensors kann auch dessen Kennlinienverschiebung (Offset) an einem bestimmten Betriebspunkt, vorzugsweise im Ruhezustand, d. h. ohne Luftzufuhr, gemessen und zur Kompensation des Messfehlers genutzt werden.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden die Ansprechzeiten mehrerer Sensoren eines Luftmassenmessers ermittelt, um unterschiedlich dicke Schmutzaufträge auf der Oberfläche des Luftmassenmessers zu berücksichtigen. Bei stark voneinander abweichenden Ergebnissen der Ansprechzeit kann beispielsweise ein Mittelwert berechnet werden.

[0016] Die Korrektur des Messfehlers wird vorzugsweise mittels Software durchgeführt.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird eine Ansprechzeit des Luftmassenmessers kurz nach dem Ausschalten eines Kfz-Motors ermittelt. Hierzu wird der Motor von einer niedrigen Drehzahl, wie beispielsweise 500 U/min kurzfristig hochgefahren.

[0018] Aus dem Ergebnis dieser Messung wird dann eine Korrekturberechnung für den Offset und die Verstärkung der Kennlinie durchgeführt oder eine bereits im System hinterlegte Kennlinie ausgewählt. Die Korrektur wird schließlich bei der Auswertung des Luftmassensensor-Ausgangssignals nach einem Neustart des Fahrzeuges berücksichtigt.

#### Detaillierte Figurenbeschreibung

[0019] Die Erfindung wird nachstehend anhand der Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

[0020] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines Luftmassensensors;

[0021] Fig. 2 die Änderung der Sensorkennlinie auf Grund von Verschmutzung oder Alterung.

[0022] Fig. 1 zeigt eine mögliche Realisierung eines Luftmassensensors 1, der auf einem Trägerblech 2 angeordnet ist. Der Luftmassensensor 1 besteht aus einem membranartigen Heizbereich 3, auf dem mehrere Widerstände 5, 6, 7 angeordnet sind, und aus einem dickeren Randbereich 4.

[0023] Die Widerstände 5, 6, 7 sind Bestandteil einer Messbrückenschaltung, die im Normalzustand abgestimmt ist.

[0024] Bei dem Widerstand 6 handelt es sich um einen Messwiderstand, der vom darunter liegenden Heizbereich 3 beheizt und auf einer bestimmten Temperatur bzw. auf einem bestimmten Widerstandswert gehalten wird.

[0025] Bei Betrieb strömt Luft über die Oberfläche des Luftmassensensors 1 und kühlt den Heizbereich des Sensors

in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit und der Lufttemperatur. Ändert sich nun die durchfließende Strömungsmenge, so ändert sich auf Grund der veränderten konvektiven Wärmeübertragung die Temperatur des Messwiderstandes 6, wodurch die Messbrückenschaltung verstimmt wird. Dies führt zu einer verstärkten Beheizung des Messwiderstandes 6. Die Heizleistung bzw. die am Heizelement anliegende Spannung ist ein Maß für den Massendurchfluss des strömenden Mediums.

[0026] Zur Ermittlung der Temperatur der zuströmenden Luft ist ein Temperaturfühler 8 auf dem äußeren Randbereich des Sensors 1 vorgesehen.

[0027] Die Kennziffer 9 bezeichnet eine Schmutzschicht, die sich im Laufe des Betriebs auf der Oberfläche des Luftmassensensors abgelagert hat und die eine nicht unbeachtliche Kennliniendrift des Luftmassenmessers 1 hervorruft. Diese Schmutzschicht beeinträchtigt die konvektive Wärmeübertragung, wodurch Fehlmessungen auftreten können, die zu einem nicht korrekten Motormanagement führen.

[0028] Fig. 2 zeigt eine Ausgangskennlinie 10 eines Luftmassensensors 1 im Neuzustand gegenüber einer Kennlinie 11 des mit einer Schmutzschicht bedeckten Sensors.

[0029] Es ist deutlich zu erkennen, dass der sich auf dem Sensor befindliche Schmutzauftrag eine Kennliniendrift verursacht, die zu Fehlmessungen führen kann. Genauer betrachtet verursacht die Verschmutzung sowohl eine Kennlinienverschiebung (Offset) als auch eine Verringerung der Verstärkung, so dass sich die Kennlinie 11 des verschmutzten Luftmassenmessers in der Regel unterhalb derjenigen eines neuen Luftmassenmessers befindet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation von Messabweichungen eines in einem Strömungskanal angeordneten Luftmassensensors aufgrund von Verschmutzung oder Alterung, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

– Impulsartiges Beaufschlagen des Luftmassensensors (1) mit Luft;

Ermitteln der Ansprechzeit des Luftmassensensors (1); und

– Korrigieren der Messabweichung in Abhängigkeit von der ermittelten Ansprechzeit.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur des Sensorfehlers durch Berechnung korrigierter Kennlinienwerte oder durch Auswählen einer entsprechenden, bereits in einem Register hinterlegten Kennlinie erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Korrektur des Sensorfehlers Korrekturwerte für den Kennlinienoffset und die Steigung der Kennlinie ermittelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturwerte im Messsystem gespeichert sind.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrelation zwischen einem Luftmassenmesser-Ausgangssignal und der Verschmutzungs- bzw. dem Alterungsgrad anhand von Labormessungen ermittelt und das Ergebnis zur Korrektur der Messabweichung verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Kompensation des Messfehlers eine Nullpunktverschiebung der Sensorkennlinie berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Kennlinienoffset an einem bestimmten Punkt der Kennlinie, insbesondere im Ruhezustand,

gemessen wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansprechzeit diejenige Zeit ist, bis ein Temperaturfühler nach dem Beaufschlagen mit Luft eine bestimmte Temperatur erreicht hat.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansprechzeit diejenige Zeit ist, bis das Messsignal des Sensors nach Beaufschlagen mit Luft einen bestimmten prozentualen Anteil seines vollen Messsignals erreicht hat.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensation des Messfehlers mittels einer Software durchgeführt wird.

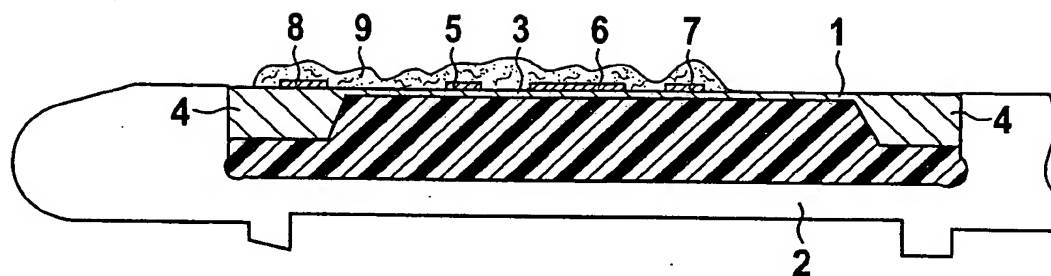
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung von Korrekturwerten für die Kompensation des Messfehlers beim Ausschalten eines Kfz-Motors durchgeführt wird, wobei der Motor nach dem Abschalten kurz hochgefahren wird, um einen Luftstoß zu erzeugen.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

**Fig. 1**



**Fig. 2**

